

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-049359

(43)Date of publication of application : 19.02.1990

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 01-071078

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 23.03.1989

(72)Inventor : KAMOSHITA TOMOYOSHI
HIROTA TOSHI
OUCHI TAKASHI
UJIIE TAKASHI
OOYAMA ATSUTOMO

(30)Priority

Priority number : 63120351

Priority date : 17.05.1988

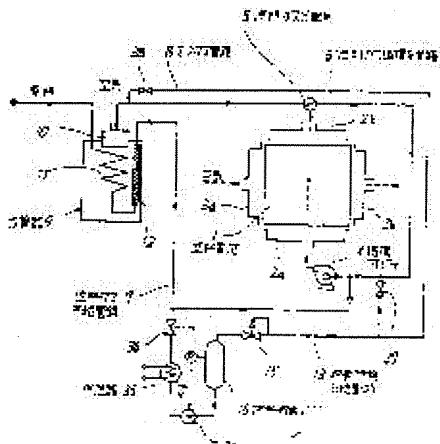
Priority country : JP

(54) FUEL CELL POWER GENERATING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To make a system follow to quick increase or decrease of load current without use of an auxiliary storage battery by installing a circulation line connecting fuel gas supply line and a fuel exhaust gas line, and further installing a fuel gas storage line branched from the gas supply line.

CONSTITUTION: When load current is sharply increased, a fuel cell can follow it because fuel gas equivalent to 100% load current flows within the fuel cell, but since the inner volume of a fuel gas circulation line passage 6 is not large, a valve 37 is opened and fuel gas in a fuel storage tank 16 is temporarily supplied to the fuel cell through a pressure control valve 15 and a stored fuel supply passage 13. Although a reformer 9 must reform increased fuel gas and must supply reformed gas to the fuel cell 1, since off-gas from the fuel cell 1 cannot follow immediately, fuel gas used in a burner 10 is temporarily supplied by quickly opening a valve 38 from the fuel storage tank 16 through the pressure control valve 15 and the stored fuel supply passage 13 to keep heat balance in the reformer.



⑫公開特許公報(A)

平2-49359

⑬Int.Cl.⁵H 01 M 8/04
8/06

識別記号

府内整理番号

⑭公開 平成2年(1990)2月19日

J 7623-5H
B 7623-5H

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全11頁)

⑮発明の名称 燃料電池発電装置

⑯特 願 平1-71078

⑰出 願 平1(1989)3月23日

優先権主張

⑱昭63(1988)5月17日 ⑲日本(JP) ⑳特願 昭63-120351

㉑発明者 鴨下 友義 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

㉒発明者 広田 俊夫 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

㉓発明者 大内 崇 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

㉔出願人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉕代理人 弁理士 山口巖

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称 燃料電池発電装置

2. 特許請求の範囲

1) 原料を改質して水素リッチな燃料ガスを生成する改質器と、この改質器より供給される燃料ガスで発電する燃料電池とからなる燃料電池発電装置において、燃料電池の燃料極への燃料ガス導入部と燃料電池のオフガスを改質器に供給する燃料排ガスラインとの間を結ぶ循環系を設け、循環プロヴァを介して燃料ガスを燃料電池内に循環させるとともに、前記改質器から燃料電池に送られる燃料ガス供給ラインより分岐して燃料ガスを貯蔵する系を設け、この系からも前記改質器と燃料電池にバルブを介して燃料ガスを供給可能としたことを特徴とする燃料電池発電装置。

2) 原料を改質して水素リッチな燃料ガスを生成する改質器と、この改質器より供給される燃料ガスで発電する燃料電池とからなる燃料電池発電装置において、改質器への改質用原料導入部と燃料電池のオフガス排出部との間を結んで改質器から燃

料電池を通る循環系を形成し、循環プロヴァを介して燃料ガスを前記改質器内と燃料電池内とに循環させるとともに、前記改質器の改質用原料導入部より分岐して改質用原料を貯蔵する系を設け、この系からも前記改質器に弁を介して改質用原料を供給可能としたことを特徴とする燃料電池発電装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、メタノール、天然ガス等を原料とし、改質器、燃料電池、チャッパー、インバータで構成され、負荷電流が急増、急減してもそれに追随した運転が可能な燃料電池発電装置に関するもの。

(従来の技術)

新しい発電装置としての燃料電池発電プラントは、その高い発電効率が得られることから移動用電源、離島用電源等、各種電源としてその用途の拡大化が図られるようになっている。

ところで燃料電池発電プラントは、メタノール、

天然ガス等を原料として水蒸気改質により水素リッチなガスを生成する改質器、核改質器で得られた水素ガスを燃料として発電を行う燃料電池、および燃料電池の直流出力を交流に変換する装置等から成り、改質器で生成した水素ガスは燃料電池の負荷および水素利用率に応じて燃料電池内部で消費され、余剰の水素ガスはオフガス（燃料排ガスともいう）として改質器へ導かれた上でバーナで燃焼され、改質エネルギーとして消費されるることは周知の通りである。したがって燃料電池を効率良くかつ安定に運転するには、特に燃料電池へ燃料ガスを供給する改質器のヒートバランスを常に安定よく保ち、その改質反応温度を負荷が変動しても常に適正温度に維持することが発電プラントの運転制御の上で極めて重要である。

発電プラントの構成要素である燃料電池、電力変換装置は負荷範囲も広く、応答も早いが、改質器は一種の化学反応装置であり、その系内の配管も長く、かつその内部では複雑な熱交換を行うことから、一般的に応答速度は燃料電池、電力変換

を低く設定する、あるいは改質ガス供給ラインに直列に改質ガスを貯留しておくバッファタンクを介装しておく等の方式が知られているが、前者の方式では余分に原料を改質するのでプラント全体としての効率が低くなり、また後者の方式では設備が大形化する難点がある。そこで負荷変動、特に負荷増加に対して燃料電池の出力電流が急激に増加するのを抑えるようにしつつ、一方では過渡的に不足する燃料電池の出力を補うために燃料電池の出力側に例えば鉛蓄電池等の補助蓄電池を接続し、改質原料供給量の增量制御により燃料電池の出力が増加するまでの間の供給電力不足分を補助蓄電池から給電するようにしたハイブリット方式が提唱されている。

ここで従来における上記ハイブリット方式燃料電池発電プラントの負荷変動に関連した制御システムを第6図に示す。図において9は改質器、1は燃料電池、23は燃料電池1の出力側に接続したチョッパー、24はDC/A C変換用のインバータ、25は補助蓄電池、26は負荷であり、改質器9に対

装置に比べて大幅に小さい。したがって発電プラントのトータル制御面では、燃料電池の負荷が殆ど変化しないか、或いは負荷変動が比較的緩やかでかつその負荷変動が予測できるような運転条件では、負荷範囲の拡大にも比較的容易に追随できるが、負荷が急激に変動する場合には負荷変動に追随して迅速に制御することが困難である。特に負荷が急激に増大した場合に燃料電池の出力電流を急激に増加させようとすると、改質器から燃料電池へ供給する燃料ガスが負荷の急増に追随できず、発電に必要な燃料ガス量が不足していわゆるガス欠状態となり正常な発電が継続できなくなる他に、改質器側では負荷変動に伴う改質原料供給量、燃料電池側から戻るオフガス量等の変化から改質運転の必要熱量と改質器のバーナ発熱量との間に差異が生じ改質反応温度を適正温度に維持することが困難となる。

このために従来では、燃料電池発電プラントを特に負荷変動が多い負荷の電源として使用する場合には、あらかじめ燃料電池における水素消費率

応して改質用原料供給装置17、補助燃料供給装置18、燃焼空気供給装置としての空気プロワ27等が付設されている。一方、改質器9はバーナ10を装備の炉内に気化器11、改質触媒を充填した改質反応管12を内蔵して成り、気化器11の入口側に前記の改質用原料供給装置17が接続され、改質反応管12の出口が燃料電池1の燃料極2に接続配管されている。なお3は空気極である。一方、改質器のバーナ10には前記の補助燃料供給装置18、空気プロワ27、および燃料電池1の燃料極側から引き出したオフガス管8が接続されている。なお改質用原料供給装置17は改質用原料タンク17a、原料ポンプ17b(可変速ポンプ)、弁17c等を装備し、補助燃料供給装置18は補助燃料タンク18a、燃料ポンプ18b(可変速ポンプ)、弁18c等を装備してなる。

かかる構成の燃料電池発電プラントの運転動作については周知であり、改質器9のバーナ10に供給した補助燃料、オフガス、燃焼空気を燃焼して改質エネルギーを与える、この状態で改質器9へ改質用原料を導入することにより、改質用原料は気

化し、さらに改質触媒との接触反応により水素リッチなガスに改質されて燃料電池1の燃料極2へ供給される。また燃料電池の燃料極より出る排ガスはオフガスとして改質器9のバーナ10に供給して燃焼され、改質エネルギーとして消費される。一方、燃料電池1の直流出力はチャッパー23で負荷側の電圧に整合され、さらにインバータ24で交流に変換して負荷26に給電される。また補助蓄電池25は負荷の急激な増加の際に一時的に燃料電池の出力不足分を補って負荷へ放電する。またこの場合に燃料電池1の出力急増を抑えて緩やかに出力を増加させるよう、燃料電池の出力電流I_{fc}の検出値と負荷電流I_oの検出値との間の偏差でチャッパー23の出力を制御するようにしている。なお28は負荷電流検出器である。

一方、負荷の増減に対応して改質用原料供給量を制御するために、燃料電池の出力電流検出値を基に制御器19を介して改質用原料供給装置17の原料ポンプ17bを制御する制御系20が設けてある。さらに改質器9のバーナ10に対しては改質触媒層

る。このために負荷の急激な変動時には改質用原料の改質に要する改質器の必要熱量とバーナ発熱量との間に差異が生じて過渡的にヒートバランスが崩れ、この結果として負荷上昇時には改質用原料供給量が増量されるのに対してバーナに供給するオフガス量は逆に減ってバーナ発熱量が減少するためには、改質器では気化器、改質触媒層の温度が低下し、気化不足から燃料電池側に供給する改質ガスに脈動を生じたり、改質用原料の改質率を低下させる。また逆に負荷の減少時には改質用原料供給量が減量するのに対してオフガス量は増えることからバーナ発熱量が過剰となり、改質器の触媒層が過熱して改質触媒の劣化を早める等の不具合が派生するようになる。

ここで、負荷変動に対する改質器への改質用原料供給量、オフガス量、触媒層温度等の各プロセス量、および燃料電池、補助蓄電池の出力電流の応答特性を示した第7図によると、前記した従来の制御方式では改質器固有の応答遅れ、補助燃料供給量のフィードバック制御による応答遅れから、

の温度検出値を基にフィードバック制御により補助燃料供給量、燃焼空気供給量を制御して改質反応温度を適正温度に保持するように制御系22が設けてある。なお29は改質反応管12に配備した温度検出センサ、21は制御器である。

第7図は前述の従来例による各部の特性を表わしたグラフで、負荷電流の急増と急減に追随して時間とともに変化する様子を説明している。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら上記した従来の制御システムでは下記のような問題がある。すなわち負荷変動時にはその負荷増減に応じて改質器9に送り込む改質用原料の供給量が調節されるが、この場合に改質用原料を気化し触媒層で改質された後に改質ガスが改質器9より燃料電池1に導入され、さらにオフガスとして改質器9のバーナ10に戻るまでにはその途中の配管長さによりかなりの時間的遅れが生じるようになり、さらにバーナへの補助燃料供給量に付いても改質触媒層温度の検出値を基にフィードバック制御されるので制御上での応答遅れがあ

負荷の急増時には改質用原料供給量を徐々に增量し、負荷急増に追随して改質器から燃料電池へ供給する改質ガス量の立ち上がりも遅れることから、燃料電池の出力上昇を緩慢にせざるを得なくなりこの燃料電池の出力不足分を補って補助蓄電池から負荷へ給電する放電量が大となるために補助蓄電池として大容量の電池が必要となる。

また負荷の急減時には改質器へ送り込む改質用原料供給量が減量するにもかかわらず、バーナに供給されるオフガス量は過渡的に過剰分が生じ、このためにバーナ発熱量が必要な改質熱量をオーバーして改質触媒層が過熱状態となる等、改質器を含めて燃料電池発電プラントを負荷変動に追隨して応答性よく安定した運転状態に維持することが困難である。

この発明は、前述のような点に鑑み、瞬時の急激な負荷電流の増加に対しても改質器のヒートバランスを保って改質反応温度を安定よく適正温度に維持でき、補助蓄電池がなくとも、燃料電池が要求された負荷電流の急増、急減に追随できる燃

料電池発電装置を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

上記課題を解決するために、この発明によれば、原料を改質して水素リッチな燃料ガスを生成する改質器と、この改質器より供給される燃料ガスで発電する燃料電池とからなる燃料電池発電装置において、燃料電池の燃料極への燃料ガス導入部と燃料電池のオフガスを改質器に供給する燃料排ガスラインとの間を結ぶ循環系を設け、循環プロワーフを介して燃料ガスを燃料電池内に循環させるとともに、前記改質器から燃料電池に送られる燃料ガス供給ラインより分岐して燃料ガスを貯蔵する系を設け、この系からも前記改質器と燃料電池にバルブを介して燃料ガスを供給可能とする、または改質器への改質用原料導入部と燃料電池のオフガス排出部との間を結んで改質器から燃料電池を通る循環系を形成し、循環プロワーフを介して燃料ガスを前記改質器内と燃料電池内とに循環させるとともに、前記改質器の改質用原料導入部より分岐して改質用原料を貯蔵する系を設け、この系か

量はそれ程多くなく負荷の急増初期で消費され燃料電池の出力が低下するので、この循環している燃料ガスが消費しつくされないうちに、前記改質器が $(x + \alpha)$ % に見合う燃料ガス量に立ち上がるまでに臨時に燃料ガスを供給しなければならない。

そこで改質器から燃料電池に水素リッチな燃料ガスを送る燃料ガス供給管路より分岐して弁、除湿器、コンプレッサーを介して燃料ガスまたはそれを水素に転換したものを貯蔵出来る系を設けると、常時或いは負荷が急減して過剰な燃料ガスが発生した際には貯蔵しておき、負荷電流が急増して前述の如く臨時に燃料ガスまたは水素が必要となつたときに、この貯蔵系より弁を介して燃料電池と改質器に燃料ガスまたは水素を供給して燃料電池の発電量を増し、燃料排ガス量の不足を補償し、改質器でのヒートバランスを保ち改質触媒層温度を適正に安定維持することができる。

また、改質器に改質原料を供給する改質用原料供給系統と並列に改質用原料貯蔵用のバッファタンクを設け、常時はバッファタンクの出口弁を開

らも前記改質器に弁を介して改質用原料を供給可能とするものとする。

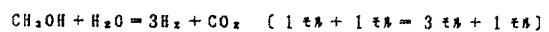
(作用)

この発明において、燃料電池の燃料極への燃料ガス導入部と燃料電池の排ガスを改質器に供給する燃料オフガス管路との間を結ぶ循環系を設け、常時は改質器より供給される負荷電流($x\%$)に見合った燃料ガスと、100%負荷電流に見合った燃料ガスとの差 $(100 - x)\%$ の燃料ガスとを合計した量で燃料ガスを燃料電池に供給し、燃料電池内では負荷電流($x\%$)に見合った燃料ガスが消費され、前記 $(100 - x)\%$ 分の燃料ガスは消費されないで燃料電池内より排出され、燃料ガス循環系管路に導かれて、循環プロワーフによって再び燃料電池の燃料極の燃料ガス入口側に循環してくるように運転されている。

負荷電流が $x\%$ より $(x + \alpha)\%$ に急変して増加する際は、循環している燃料ガスから $\alpha\%$ 分が直ちに発電に加勢するので時間遅れなく負荷電流に追随できる。しかしながら循環している燃料ガス

じておき、負荷が急増した際には出口を開いてバッファタンクから改質用原料を供給する。このため、バッファタンクに貯蔵する改質用原料ガスの圧力は改質用原料供給系統の圧力より高く保たれている。なお、バッファタンクの温度が低下すると改質原料中の水および原料が液体の場合には改質原料成分の一部が液体になり圧力を維持出来なくなるので常に加熱が必要でありこの加熱源として改質器などの排熱を利用することにより改質用原料が気化された状態を維持する。

負荷が急増した場合には、加圧された改質用原料が改質用原料供給系とバッファタンクとから改質器に供給され、改質器で改質反応が起こり水素リッチな燃料ガスが発生する。この場合の反応は一例としてメタノール改質の場合を例に取ると下記の反応がおこる。



従って、上式の反応により改質された燃料ガスの体積は改質用原料ガスの体積と比較して2倍であり貯蔵圧力を P_1 とし、供給される改質用原料

量は改質器の通常の運転圧力を P_0 とすると $(P_0 - P_\alpha)$ に比例して増加するので燃料電池に供給される燃料ガス流量は $2 \times (P_0 - P_\alpha)$ に比例して増加する。このため配管経路を通過する時間は燃料ガス流量の増加に見合って短くなり、負荷応答性を向上することが出来る。

通常、燃料電池を運転する際には燃料電池に供給する燃料ガス流量は燃料電池で消費される水素量に対して過剰の水素が供給されるような流量に保たれており、この水素消費と供給水素量との比率を水素利用率と称している。いま、水素利用率を $U\%$ 、負荷電流を $X\%$ とすると燃料電池に供給される水素量は X/U に応じた流量となり $X(100/U - 1)$ に対応した流量が燃料電池で消費されずにオフガスとして改質器の燃焼バーナに供給される。この状態で負荷電流が $\alpha\%$ 増加すると燃料電池で消費される水素は $(X + \alpha)$ に比例して増加する。燃料電池内に保有されている水素量を V とすると負荷電流が $\alpha\%$ 増加した時の保有水素量の減少は単位時間当たり、

が付してある。

原料は改質器 9 の気化器 11 を通って気化され、改質反応管 12 を通って水素リッチな燃料ガスに改質されて循環プロワ 4 により、燃料電池 1 の燃料ガス入口側マニホールド 2a に入り、燃料電池内で酸化剤の空気との電気化学反応により発電したあと、排ガスとなって燃料排ガス出口側マニホールド 2b に入りここより燃料ガス分配弁 5 によってオフガス管路 8 と燃料ガス循環系管路 6 とに分けられる。オフガス管路 8 に入った燃料排ガスは改質器 9 のバーナ 10 に入り燃焼に供されて改質器のヒートバランスと改質反応温度を適正に保つ熱源となる。

燃料ガス循環系管路 6 に入った燃料排ガスは、循環プロワ 4 によって再度燃料電池 1 に供給されて、燃料電池 1 の内と外を循環する系を形成する。燃料電池 1 に入る酸化剤用空気は空気入口用マニホールド 3a から燃料電池 1 に入り、出口側マニホールド 3b を経て排出される。

燃料電池の運転開始より前記した運転を続けて

$$v = (X + \alpha) - 100X/U = \alpha - (100/U - 1)X$$

であり、燃料電池の電圧が低下して発電が継続出来なくなる限界の水素保有量を V_L とすると $(V - V_L)/v$ 時間以内に燃料電池に所定の燃料ガスを供給する必要がある。そこで、改質用原料導入部と燃料電池のオフガス排出部との間を接続し、改質器、燃料電池とを含めて循環系を構成し、循環プロワを介して循環していた燃料ガスを燃料電池内で消費せると同時に、前記バッファタンクの出口弁を開いてバッファタンクから改質用原料を供給するようにして燃料電池内を循環している燃料ガスの保有している水素量が限界値以下となる以前に燃料電池に燃料ガスを供給することにより、発電量を増加し運転を継続することができる。

[実施例]

以下この発明を実施例に基づいて説明する。第 1 図はこの発明の第 1 の実施例による改質器 9 と燃料電池 1 を含む構成を示す系統図で、第 6 図に記載したのと同じ機能を有する部位には同じ符号

負荷電流 $x\%$ で定常に達した状態では、 $x\%$ の負荷電流に見合った燃料ガスが改質器 9 より燃料電池 1 に供給されるが、燃料電池には常に 100% の負荷電流に相当する燃料ガスを流すために、循環プロワ 4 と燃料ガス分配弁 5 でもって $(100 - x)\%$ 相当の燃料ガスが燃料ガス循環系管路内を循環している。したがって $x\%$ 相当の燃料排ガスが改質器 9 のバーナ 10 に供給されて熱源となっている。

改質器 9 で改質されて水素リッチとなったガスは、燃料ガス供給管路 7 を通り循環プロワ 4 を経て燃料電池 1 に供給されるが、前記燃料ガス供給管路 7 より分岐された燃料貯蔵タンク 16 に、その一部が常時あるいは負荷が急減してこのガスが過剰に改質されたときに臨時に、弁 36、除湿器 35 を経て、コンプレッサー 31 を介して供給され貯蔵されている。

次に負荷電流が $x\%$ より $(x + \alpha)\%$ と急変して、瞬時に増加した場合に、燃料電池内では前述のごとく、もともと 100% 負荷電流相当の燃料ガスが流れているため、すぐに追随できて $(x + \alpha)\%$

%の負荷電流の発電が可能であるが、燃料ガス循環系管路6の内容積は大きくなないので、管内の燃料ガスが消費しつくされる前に、急速に弁37を開いて燃料貯蔵タンク16より圧力調整弁15と貯蔵燃料供給管路13を通って貯蔵されている燃料ガスを燃料電池へ臨時に供給する。したがって燃料貯蔵タンク16は燃料電池の近辺に配置し、貯蔵燃料供給管路13も短く配管されている。

また改質器は $(x + \alpha)$ %に相当する燃料ガスを改質して燃料電池へ供給しなくてはならないが、そのためにバーナ10の燃焼を増加させようとしても、その燃料となる燃料電池1からのオフガスがすぐには追随できないので、それが追随できるまでの間、臨時に燃料貯蔵タンク16より圧力調整弁15、貯蔵燃料供給管路13を通って急速に開いた弁38により燃料ガスをバーナ10に供給して、改質器のヒートバランスを保つことができる。

負荷電流が $x\%$ より $(x + \alpha)\%$ に増加した情報が改質用原料を改質器9に供給している第6図で図示した原料ポンプ17bに達し、時間遅れのあ

する。

この実施例では改質器9で製造される水素リッチな燃料ガスから水素のみ揮出して水素貯蔵タンクに供給しようとするもので、改質器9より供給される余剰な燃料ガスは、弁40閉、弁36及び弁39開とすることで、除湿器35を通ってコンプレッサー33により水素吸収合金30に送られる。ここで燃料ガス中の水素は水素吸収合金30に吸収され、残余のガスは弁39を通って外部に放出される。水素吸収合金30が水素を充分に吸収したあと弁36および39は閉じて弁40が開き、コンプレッサー34によって水素吸収合金30内の水素が水素貯蔵タンク42で供給貯蔵される。

この水素貯蔵タンク42に貯えられた水素ガスは第1図すでに説明した燃料貯蔵タンク16に貯えられた燃料ガスとまったく同じ目的に使用されるが、燃料ガスと較べると水素ガスの方が一層効率よく、燃料電池1の発電増加を助勢し、バーナ10の燃焼を助勢することができる。

第3図は本発明のさらに異なる実施例を示す系

と、改質器9に $(x + \alpha)\%$ の負荷増加に相当する改質用原料が供給しはじめると、 $(x + \alpha)\%$ の負荷電流を発電できる水素リッチな改質された燃料ガスが燃料電池1に供給されて、発電を行い、そのあと排出されるオフガスも $(x + \alpha)\%$ の負荷に見合う改質用原料を改質するのに充分な量となってバーナ10に供給される。すると弁37、38を閉じて、燃料貯蔵タンク16よりの燃料供給を止める。

$(x + \alpha)\%$ と増加していた負荷電流が再び $x\%$ へと急減した場合には、改質された水素リッチな燃料ガスは時間遅れをもって $x\%$ に相当する量に減少するが、それまでの短時間に、過剰となつた燃料ガスが改質器9より供給されるが、この過剰分はすべて燃料ガス供給管路7より分岐された燃料貯蔵タンク16へ、弁36、除湿器35、コンプレッサー31を介して供給され、貯蔵される。

第2図は本発明になる異なる実施例を示す系統図で、第1図と同じ機能を示す部位には同一の番号が付してあり、第1図と異なる点を中心に説明

統図で、第1図と同じ機能を示す部位には同一の番号が付してあり、第1図と異なる点を中心に説明する。

この実施例では第2図と同様改質器9で製造される水素リッチな燃料ガスから水素のみ揮出して水素貯蔵タンクに供給しようとするもので、改質器9より供給される過剰な燃料ガスは、弁36および弁41を開とすることで、除湿器35を通ってコンプレッサー31により水素富化膜32に送られる。この水素富化膜32では供給された燃料ガスのうち、水素ガスのみが通過してコンプレッサー31を介して水素貯蔵タンク42に供給貯蔵され、残余のガスは弁41を通って外部に放出される。この貯えられた水素ガスは第2図すでに説明したものと同一の働きをして、燃料電池の負荷電流の急増時に寄与する。

第4図はこの発明のさらに異なる実施例による改質器9と燃料電池1を含む構成を示す系統図で、第6図に記載したのと同じ機能を有する部位には同じ符号が付してある。

改質用原料は改質用原料供給管路67より酸化器65を通って酸化され、改質器9で加熱後改質されて水素リッチな燃料ガスとなり循環プロワフ4により、燃料電池1の燃料ガス入口側マニホールド2aに入り、燃料電池内で酸化剤の空気との電気化学反応により発電したあと、排ガスとなって燃料排ガス出口側マニホールド2bに入り、オフガス管路8と燃料ガス循環系管路58とに分けられる。オフガス管路8に入った燃料排ガスは改質器9のバーナ10に入り燃焼に供されて改質器のヒートバラシスと改質反応温度を適正に保つ熱源となる。

燃料ガス循環系管路58に入った燃料排ガスは、再度改質器9に供給されて、改質器9と燃料電池1とを循環する系を形成する。燃料電池1に入る酸化剤用空気は空気入口用マニホールド3aから燃料電池1に入り、出口側マニホールド3bを経て排出される。

燃料電池の運転開始より前記した運転を統けて負荷電流 $x\%$ が定常に達した状態では、水素利用率 $U\%$ で $x\%$ の負荷電流に見合った燃料ガスが改

質器9の近辺に配置し、貯蔵改質用原料供給管路54も短く配管されている。

また改質器は $(x + \alpha)\%$ に相当する燃料ガスを改質して燃料電池へ供給しなくてはならないが、この時に必要となる改質熱量の一部はバッファタンク56内に貯蔵されている改質用原料が保有している顯熱で補うことが出来る。このためにバッファタンク56には改質器9の燃焼排ガスが燃焼排ガス系管路57を通じて供給され、バッファタンク56内で改質用原料と熱交換され改質用原料の気化温度を保持している。

負荷電流が $x\%$ より $(x + \alpha)\%$ に増加した情報が原料を改質器9に供給している第6図で図示した原料ポンプ17bに連し、時間遅れのあと、改質器9に $(x + \alpha)\%$ の負荷増加に相当する改質用原料が供給しはじめると、 $(x + \alpha)\%$ の負荷電流を発電できる水素リッチな改質された燃料ガスが燃料電池1に供給されて、発電を行い、そのあと排出されるオフガスも $(x + \alpha)\%$ の負荷に見合う改質用原料を改質するのに充分な量となっ

て改質器9より燃料電池1に供給される。したがって燃料電池1で消費し切れない水素量 $\times (100/U - 1)$ は2分され、オフガスとなって改質器9のバーナ10に排出され改質反応の熱源となるのと、改質器9に戻されるのとに分かれる。

ところで、燃料電池には常に100%の負荷電流に相当する燃料ガスを流すために、循環プロワフ4でもって $(100 - x)\%$ 相当の燃料ガスが燃料ガス循環系管路58内を循環している。

次に負荷電流が $x\%$ より $(x + \alpha)\%$ と急変して、瞬時に増加した場合に、燃料電池内では前述のごとく、もともと100%負荷電流相当の燃料ガスが流れているため、すぐに追随できて $(x + \alpha)\%$ の負荷電流の発電が可能であるが、燃料電池1および燃料ガス循環系管路58の内容積は大きくなないので、管内の燃料ガスが消費しつくされる前に、制御器59の指令により急速に弁55を開いてバッファタンク56より貯蔵改質用原料供給管路54を通じて貯蔵されている改質用原料ガスを改質器9へ臨時に供給する。したがってバッファタンク56は改

てバーナ10に供給される。すると弁55を閉じて、バッファタンク56よりの改質用原料供給を止める。

なお、本実施例では燃料ガス循環系58を有する系について説明したが、燃料電池のガス保有体積が大きい場合や配管経路が短くて改質されたガスがすぐに燃料電池に入る場合にはこの循環系58は必ずしも必要ではない。

$(x + \alpha)\%$ と増加していた負荷電流が再び $x\%$ へと急減した場合には、供給されていた改質用原料は時間遅れをもって $x\%$ に相当する量に減少するが、それまでの短時間に、過剰となった改質用原料の過剰分はすべて酸化器65の出口より分歧されたバッファタンク56へ、コンプレッサー64を介して供給され、貯蔵される。

第5図は負荷電流が急増したときと、急減したときの各部の時間的変化量をグラフにした特性図を示し、燃料ガス循環系管路と燃料または水素貯蔵タンクまたはバッファタンクからの臨時の燃料ガスや水素ガスまたは改質用原料の供給によって、触媒層温度を変化させることなく、燃料電池出力

電流が負荷電流に追随している状態を表わしている。

負荷電流の急減時には改質ガス供給量の斜線部分に示すごとき過剰部分ができるが、これは燃料や水素貯蔵タンクまたはバッファタンクに貯蔵される。

[発明の効果]

この発明は前述のように、燃料電池の燃料ガス供給ラインに循環系管路を設け、常に 100% 定格電流に相当する燃料ガス量を燃料電池内に循環させることにより、燃料電池出力が負荷の急増に瞬時に追随出来るようになり、不足する燃料ガス量は燃料貯蔵タンクより速やかに供給され、同時に改質器へも前記燃料貯蔵タンクより急速に燃料ガスを供給することにより、負荷の要求に追随した燃料電池の運転が可能となり、また改質器内部でのヒートバランスを保って改質触媒層の温度変化を抑えうる。これらにより従来負荷急増時に使用していた補助蓄電池が不要となり、負荷急増に追随した応答性の高い発電装置を提供することがで

きる。また燃料貯蔵タンクに貯えられる燃料ガスや水素ガスは改質器より供給される水素リッチな改質ガスを燃料電池にいく管路より分岐して使用するものであり、自給できて前に提案した補助ポンベを備えるものと較べて経済性が高く、ことに水素ガスを蓄えるものでは負荷電流急増時に追随性が高いという利点も有する。

さらに改質用原料供給系統と並列に改質用原料を貯蔵するバッファタンクを設けることにより燃料電池の負荷急増時にはバッファタンクから改質用原料を速やかに供給することが出来て、負荷の要求に追随した燃料電池の運転が可能となる。また改質器内部でのヒートバランスがくずれて改質器の温度が低下することに対しても、バッファタンク内の改質用原料を改質器等の排熱を利用して加熱しておくことにより抑える効果がある。これらにより従来負荷急増時に使用していた補助蓄電池が不要となり、負荷急増に追随した応答性の高い発電装置を提供することができる。さらに改質された燃料ガスと比較して改質する前の改質用原

料のガスの体積は前述の式にて示したように 1/2 と小さいので装置を小型化出来る利点を有する。

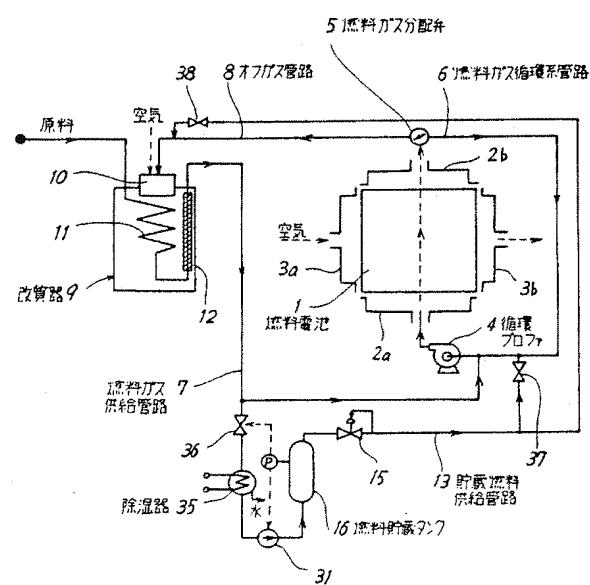
4. 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明の実施例による系統図、第 2 図はこの発明の異なる実施例による系統図、第 3 図はこの発明のさらに異なる実施例による系統図、第 4 図はこの発明のさらに異なる実施例による系統図、第 5 図は第 1 図、第 2 図、第 3 図および第 4 図に示した各部の運転中の時間的な変化を示すグラフ、第 6 図は従来例による燃料電池発電装置を示す系統図、第 7 図は従来例による各部の運転中の時間的な変化を示すグラフである。

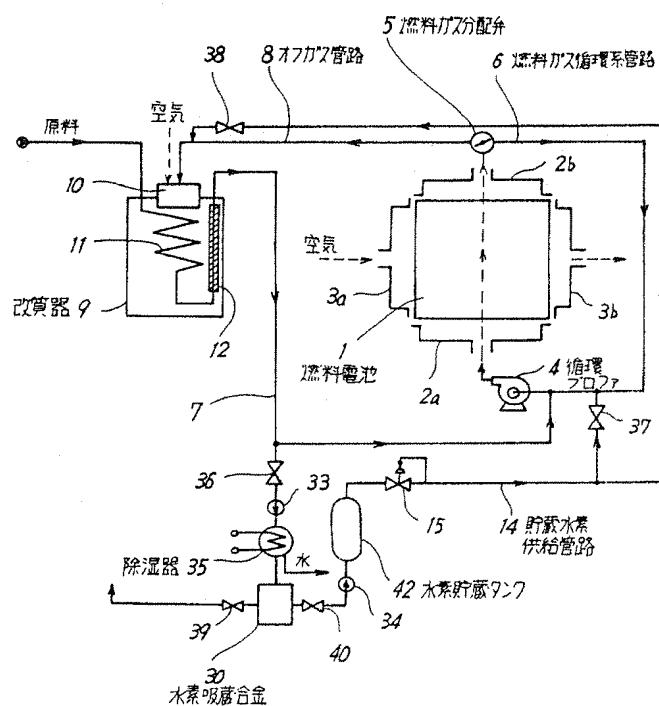
1：燃料電池、4：循環プロワ、5：燃料ガス分配弁、6：燃料ガス循環系管路、7：燃料ガス供給管路、8：オフガス管路、9：改質器、10：バーナ、11：気化器、12：改質触媒、13：貯蔵燃料供給管路、14：貯蔵水素供給管路、15：圧力調整弁、16：燃料貯蔵タンク、30：水素吸蔵合金、31, 33, 34：コンプレッサー、32：水素富化膜、35：除湿器、36, 37, 38, 39, 40, 41：弁、42：水素

貯蔵タンク、54：貯蔵改質用原料供給管路、55：弁、56：バッファタンク、57：燃料排ガス系管路、58：燃料ガス循環系管路、59：制御器、60：弁、64：コンプレッサー、65：気化器、67：改質用原料供給管路。

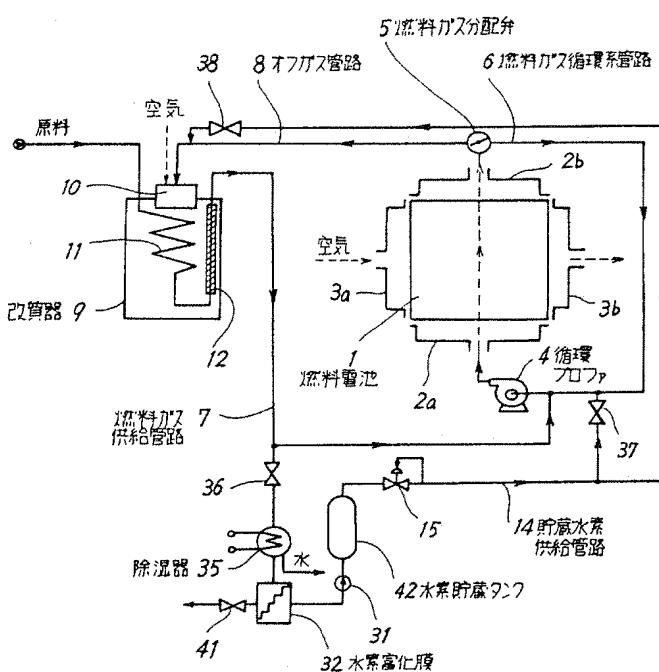
代理人有理士 山口 嶽



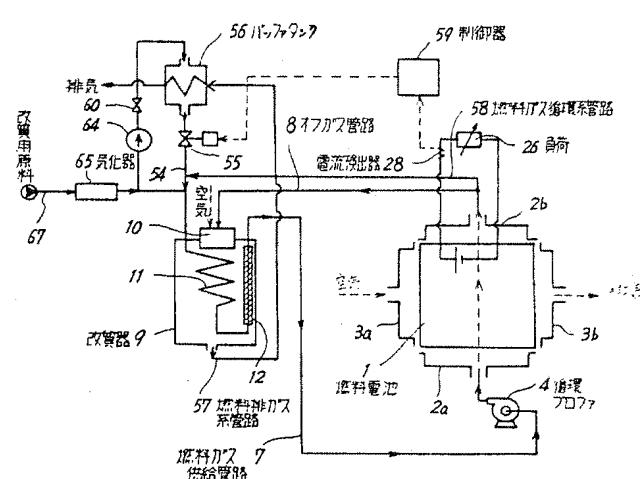
第1図



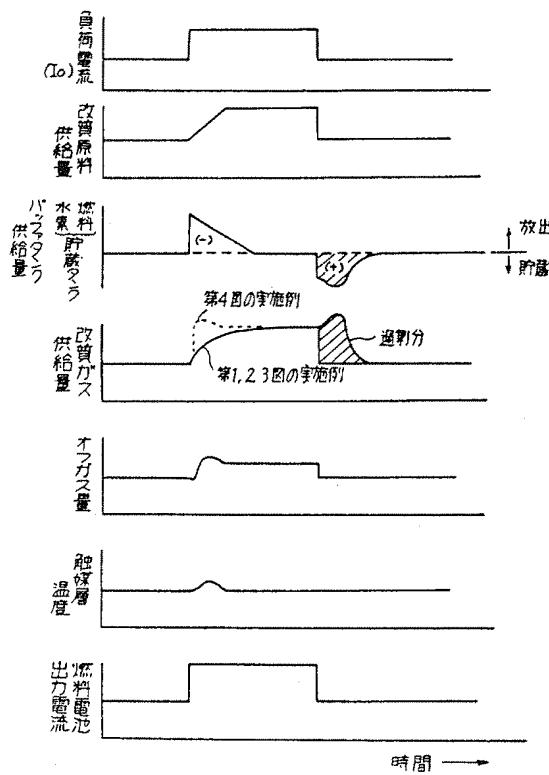
第2図



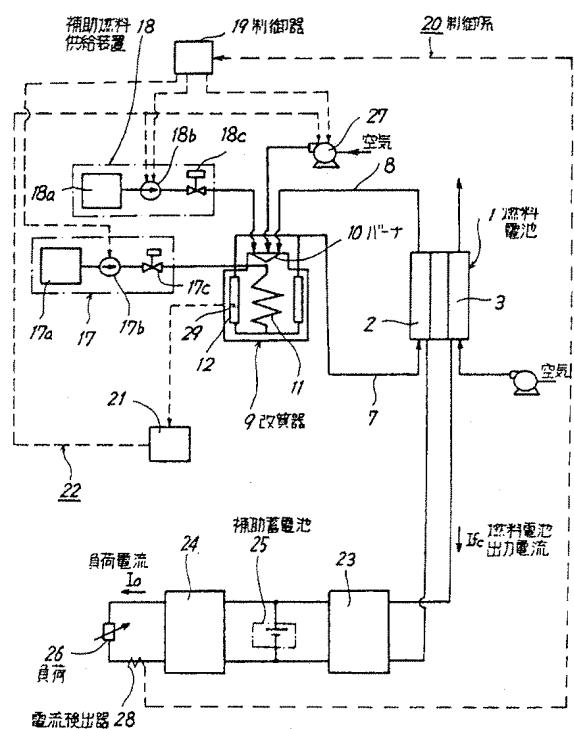
第3図



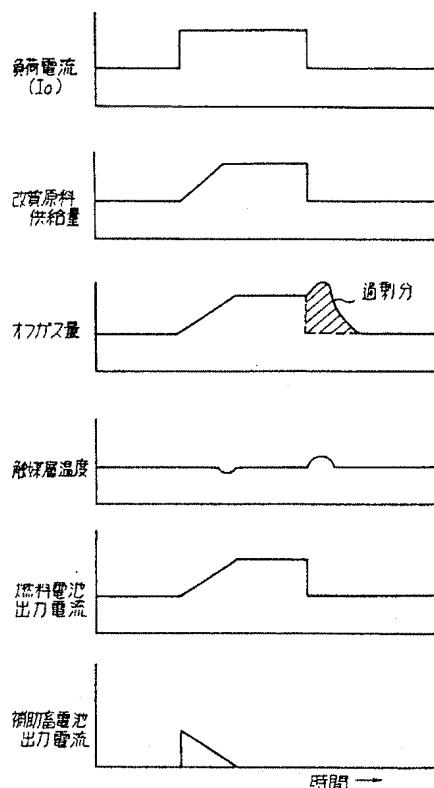
第4図



第5図



第6図



第7図

第1頁の続き

⑦発明者 氏家 孝 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
⑦発明者 大山 敦智 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内